

УДК 633.268 (282.256.65)

СОСТОЯНИЕ ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ *ALOPECURUS ARUNDINACEUS* (POIR.) В УСЛОВИЯХ ЛЕНО-ВИЛЮЙСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ

© 2011 А.И. Федорова

Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, г. Якутск

Поступила в редакцию 12.05.2011

Впервые изучены структуры изменчивости морфологических признаков, корреляционные связи между ними и оценка состояния по организменным и популяционным параметрам ценопопуляций *Alopecurus arundinaceus* (Poir) в условиях Лено-Виллюйского междуречья Якутии. По результатам выявлены 4 группы индикаторов: эколого-биологические; биологические; генотипические (таксономические); экологические. Наибольший процент реализованных достоверных коррелятивных связей между исследованными морфологическими признаками отмечен в ЦП 3, 5, 6 и 7. По оценкам популяционных и организменных признаков в наилучшем состоянии находятся ЦП 6 и 7.

Ключевые слова: морфологическая изменчивость, корреляция, ценопопуляция

Ценопопуляционные исследования вносят вклад в теоретическую экологию, а также имеют практическую направленность, так как они представляют собой биологическую основу для разработки способов рационального использования естественных растительных ресурсов и их охраны. В любом случае в качестве объекта изучения выступает не отдельное растение, не сообщество, а ценопопуляция растений. Растительная ценопопуляция (ЦП) включает все особи вида в пределах одного растительного сообщества. Размер и границы ее определяются границами этого фитоценоза [1].

В настоящей работе изложены результаты изучения структуры изменчивости морфологических признаков и корреляционных связей между ними и оценка состояния ЦП по организменным и популяционным показателям *Alopecurus arundinaceus* (Poir) в условиях Лено-Виллюйского междуречья.

Материал и методы исследований. Объектом исследования является *Alopecurus arundinaceus* (Poir) – гемикриптофит, гигромезофит, галофит, евразийский, бореальный. Встречается в Якутии Верхнеленском, Центрально-Якутском, Алданском районах [2]. Произрастает на пойменных приозерных засоленных, солцеватых лугах, по берегам рек и водоемов [3]. Исследования проведены в Нюрбинском районе Виллюйской зоны Якутии. Изучено 7 ЦП в природных условиях, которые отличаются по градиентам увлажнения, засоления, видовому составу и по степени антропогенного воздействия. Распространение изучаемых ЦП по сообществам и оценка фитоценозов по экологическим шкалам представлено в табл. 1. По фактору увлажнения

изученные сообщества занимают от сухолугового (34,1%) до влажнолугового (45,9%), по фактору богатства засоленности занимают довольно богатых почв 56,9% [4].

Для изучения структуры морфологической изменчивости и корреляционных связей применили методику Н.С. Ростовской [5]. Состояние ЦП оценивали по совокупности популяционных (численность, плотность, индексы восстановления, замещения, старения, возрастности и эффективности) и организменных (высота побега, число метамеров, длина верхнего междоузлия, длина и ширина листьев). Состояние ЦП оценивали по совокупности биоморфологических признаков особей, используя модифицированный метод круговых диаграмм. Интегральная оценка признаков приведена в баллах, весь диапазон каждого признака особи или популяции разбиты на 5 равных классов. Принадлежность к определенному классу оценена по среднему показателю признака для ЦП. Наименьший балл соответствует худшему состоянию, а наибольший к лучшему [6].

Результаты и обсуждение. По особенностям соотношения общей и согласованной изменчивости [4] у *Alopecurus arundinaceus* в условиях Лено-Виллюйского междуречья выявлены 4 группы признаков – индикаторов:

1. Эколого-биологические индикаторы, обладающие относительно высокой общей и высокой согласованной изменчивостью, влекут за собой согласованные изменения всей морфологической системы растительного организма. К этой группе относятся такие признаки как: длина 1-го, 2-го и 3-го листьев, ширина 1-го листа, длина влагалища 3-го листа. Для этой группы характерны максимальный размах варьирования и сильные связи с остальными показателями.

Федорова Александра Ивановна, младший научный сотрудник лаборатории биологии луговых растений. E-mail: nyrba_nps@mail.ru

Таблица 1. Экологическая оценка ЦП *Alopecurus arundinaceus* (Poir)

Название сообществ	Экологические показатели				
	увлажнение	засоление	роль в сообществе	степень антропогенного воздействия	состояние виталитета
1. Лисохвостно-ячменный влажный луг	66,2	13,6	доминант	среднее	депрессивное
2. Лисохвостно-ячменный сухой луг	62,9	12,6	доминант	сильная	депрессивное
3. Клеверо-мышинорошковый сухой луг	59,8	12,7	спутник	среднее	депрессивное
4. Осоково-лисохвостный влажный луг	63,9	12,8	содоминант	среднее	равновесное
5. Бекманиево-осоковый влажный (приозерный) луг	67,3	12,9	содоминант	слабая	процветающее
6. Лисохвостно-мышинорошковый сухой луг	60,8	12,9	доминант	слабая	процветающее
7. Бекманиево-осоковый влажный луг	65,2	12,6	доминант	-	процветающее

2. Биологические (ключевые) индикаторы, обладающие относительно низкой общей и высокой согласованной изменчивостью, определяющие общее состояние и морфологическую структуру (узнаваемость) растения. К ним относятся: высота побега, длина верхнего междоузлия, длина влагалища 1-го, 2-го листьев, ширина 2-го листа, которые характеризуются относительно низким варьированием и максимальной детерминированностью.

3. Генотипические (таксономические) индикаторы, обладающие низкой общей и низкой согласованной изменчивостью, не зависят от внешних факторов и слабо связаны с другими признаками. К ним относятся: число листьев и метамеров, длина соцветия, где они отличаются наибольшей стабильностью и автономностью.

4. Экологические индикаторы, обладающие высокой общей и низкой согласованной изменчивостью признаков. Они зависят от действия факторов внешней среды и мало связаны с общей структурой организма. В этой группе выявлен только один признак – ширина 3-го листа. Признаки этой группы отличаются сильным и относительно независимым варьированием, могут образовывать самостоятельную корреляционную плеяду.

Во всех ЦП высокой изменчивостью характеризуются длина 1-го листа (CV варьирует от 21,3 до 36%), длина 2-го листа (CV от 21,3 до 38%), длина 3-го листа (CV от 24,9 до 45,5%), длина влагалища 3-го листа (CV от 16 до 40,6%). Низкой изменчивостью характеризуется высота побега (CV от 8 до 13%).

Основным методом оценки целостности растения является изучение изменчивости признаков и корреляции между ними. Изменчивость оценивают коэффициентом вариации, а соотношения между признаками – коэффициентами парной корреляции. Совокупность коэффициентов корреляции между признаками растений составляет матрицу коэффициентов корреляции, структура которой отображает силу и степень взаимосвязанности признаков друг с другом [7]. Корреляция тех или иных признаков не является постоянной во времени и пространстве. Для одних пар признаков она устойчива, для других – может закономерно изменяться в зависимости от онтогенетического состояния растений, эколого-ценотической обстановки и действия стрессовых факторов. Поэтому оценка системы скоррелированности основных признаков является индикатором состояния растений [8]. Анализ корреляционных связей в исследованных ЦП *Alopecurus arundinaceus* показал, что число корреляций колеблется от 13 до 39. Так, например, наибольший процент реализованных достоверных коррелятивных связей колеблется от 40,7 до 57% между исследованными морфологическими признаками выявлен для ЦП 3, 5, 6 и 7, которые характеризуются высокими популяционными и организменными показателями. Для ЦП 1, 2 и 4 выявлено, что число достоверных коррелятивных связей от 25 до 34% характеризуются средними и слабыми популяционными и организменными показателями.

Во всех ЦП *Alopecurus arundinaceus* сила коррелятивной связи различная, одни имеют между собой сильные связи, а другие средние,

слабые или вовсе отсутствуют, последнее отмечено в ЦП 6, где длина соцветия не коррелирует ни с одним признаком. Число сильных связей между признаками колеблется от 1 до 6, причем больше всего их в сухом клеверо-мышинногоорошковом и во влажном бекманиево-осоковом сообществах. В остальных ЦП либо сильных связей нет, либо их 1-2. Данные связи в основном характеризуют отношения между признаками вегетативных органов (больше всех коррелирует длина 1-го листа): длина 1-го листа с шириной 1-го листа (5-6), с длиной влагалища 1-го листа (5-7), с длиной 2-го листа (5-8), с шириной 2-го листа (5-9), с

длиной влагалища 2-го листа (5-10); ширина 1-го листа с шириной 2-го листа (6-9). Средние по силе корреляционные связи наблюдаются во всех ценопопуляциях, причем наибольшее количество (21-25) опять же отмечено в сухом клеверо-мышинногоорошковом и во влажном бекманиево-осоковом (рис. 1). Результаты анализа состояния исследованных ЦП *Alopecurus arundinaceus* по популяционным и организменным признакам показали, что состояния организменного и популяционного оптимумов совпадают в ЦП 5, 6 и 7, а в остальных эти показатели разные.

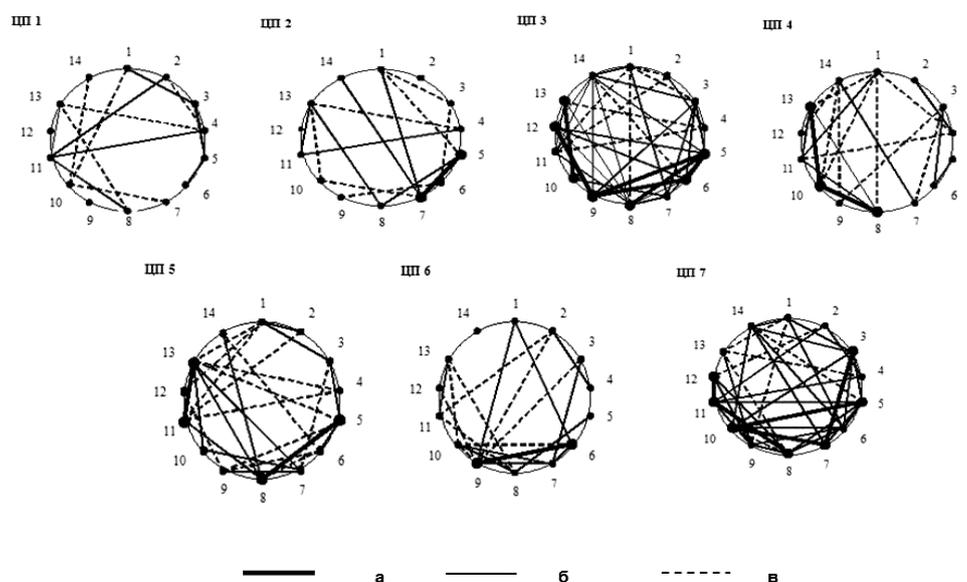


Рис. 1. Корреляционная зависимость морфологических признаков ЦП *Alopecurus arundinaceus*: Признаки: 1 – высота побега, 2 – число метамеров, 3 – длина верхнего междоузлия, 4 – число листьев, 5 – длина 1 листа, 6 – ширина 1 листа, 7 – длина влагалища 1 листа, 8 – длина 2 листа, 9 – ширина 2 листа, 10 – длина влагалища 2 листа, 11 – длина 3 листа, 12 – ширина 3 листа, 13 – длина влагалища 3 листа, 14 – длина соцветия). Корреляция: а – сильная ($r = 0.75 - 1.00$), б – средняя ($r = 0.5 - 0.74$), в – слабая ($r = 0.25 - 0.49$).

По оценкам популяционных и организменных признаков в наилучшем состоянии находятся ЦП 6 и 7, в отличие от других ЦП не испытывают антропогенных воздействий, где средний балл составляет (3,3 и 4,8; 3,3 и 4 соответственно). В худшем состоянии по этим признакам находятся ЦП 2 и 4, которые испытывают сильный стресс, связанный с сильной антропогенной нагрузкой (выпас скота, сенокос, внутри- и межвидовая конкуренция), где средний балл составляет (2 и 1,7; 1,8 и 2,1 соответственно). Остальные ЦП занимают промежуточное положение и характеризуются средним баллом популяционных и организменных признаков. В целом по комплексу организменных и популяционных признаков в лучшем состоянии находятся ЦП 5(3,53), 6(3,32), 7(4,07), которые характеризуются большей площадью круговой диаграммы (рис. 2).

Выводы: из исследованных ЦП *Alopecurus arundinaceus* наиболее изменчивыми признаками являются длина 1-го, 2-го и 3-го листьев, ширина 1-го листа и длина влагалища 3-го листа, эти признаки образуют ядра основных корреляционных плед и сильно коррелируют друг с другом. Число и структура коррелятивных связей между морфологическими признаками растений находятся в зависимости от состояния ЦП: в благоприятных условиях обитания достоверные коррелятивные связи между признаками многочисленны и разнообразны по силе, в неблагоприятных условиях – уменьшаются в числе. Сопоставление оценок позволяет не только диагностировать состояние ЦП, но и дает возможность выявить характер организменных и популяционных адаптаций в разных условиях существования. Проведенный анализ позволяет оценить состояние ЦП *Alopecurus arundinaceus* как стабильное.

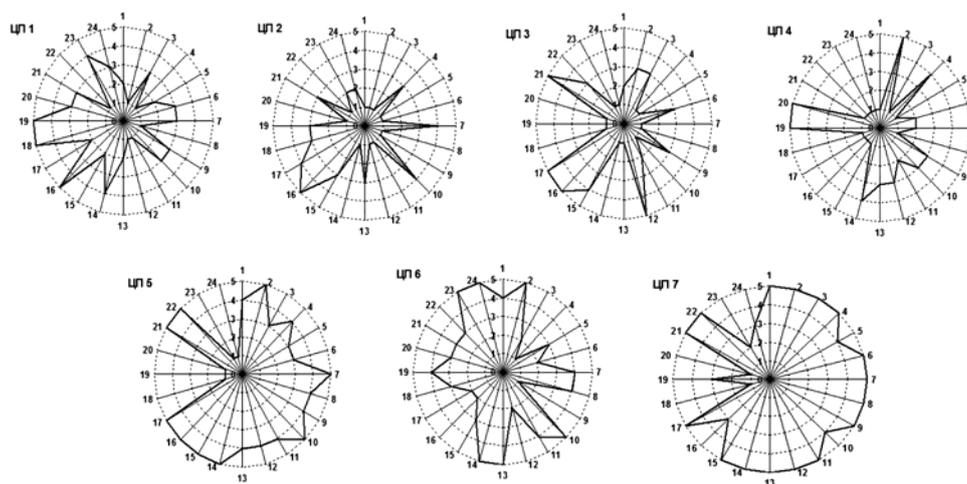


Рис. 2. Оценка организменных и популяционных показателей ЦП *Alopecurus arundinaceus*:

Организменные: 1 – высота побега, 2 – число метамеров, 3 – длина верхнего междоузлия, 4 – число листьев, 5 – длина 1 листа, 6 – ширина 1 листа, 7 – длина влагалище 1 листа, 8 – длина 2 листа, 9 – ширина 2 листа, 10 – длина влагалище 2 листа, 11 – длина 3 листа, 12 – ширина 3 листа, 13 – длина влагалище 3 листа, 14 – длина соцветия. Популяционные: 15 – средняя плотность, 16 – индекс восстановления, 17 – индекс замещения, 18 – индекс старения, 19 – $(g/v+g)$ доля генеративных особей от суммы взрослых особей, 20 – $(j+im)$ доля молодых особей, 21 – $(v+g)$ доля взрослых особей, 22 – индекс возрастности, Δ , 23 – индекс эффективности ω).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Ильина, В.Н. Мониторинг ценологических популяций растений. Учебное пособие. – Самара: Изд-во СГПУ, 2008. 92 с.
2. Гоголева, П.А. Конспект флоры высших сосудистых растений Центральной Якутии: Справочное пособие. – Якутск, 2003. 64 с.
3. Определитель высших растений Якутии. – Новосибирск, 1974. С. 56-57.
4. Королюк, А.Ю. Экологическая оценка флоры и растительности центральной Якутии / А.Ю. Королюк, Е.И. Троева, М.М. Чересов и др. – Якутск, 2005. 108 с.
5. Ростова, Н.С. Корреляции: структура и изменчивость. – СПб., 2002. 303 с.
6. Заугольнова, Л.Б. Подходы к оценке состояния ценопопуляций растений / Л.Б. Заугольнова, Л.В. Денисова, С.В. Никитина // Бюлл. МОИП Отд.биол. 1993. Т. 98, вып. 5. С. 100-108.
7. Злобин, Ю.А. Популяционная экология растений: современное состояние, точки роста. Монография. – Сумы, 2009. С. 41-43.
8. Злобин, Ю.А. Принципы и методы ценологических популяций растений. – Казань, 1989. 146 с.

COENOPULATION ALOPECURUS ARUNDINACEUS (POIR.) STATE UNDER CONDITIONS OF LENA-VILUY INTERFLUVE

© 2011 A.I. Fedorova

Institute for Biological Problems of Cryolithozone SB RAS, Yakutsk

For the first time the structure of morphological parameters variability, correlation between them and evaluation the state of coenopopulation (CP) *Alopecurus arundinaceus* Poir. by organism and population parameters under conditions of Lena-Viluy interfluve (Yakutia) have been studied. As a result it was revealed 4 indicator groups: ecological-biological, biological, genotypical (taxonomical), and ecological. The largest portion of realized significant correlations between morphological parameters was recorded for CPs 3, 5, 6 and 7. Evaluation of organism and population parameters proved the best state of CPs 6 and 7.

Key words: *morphological variability, correlation, coenopopulation*